

## "MEZCLADOR AUTOPOLARIZADO DE BANDA X"

Elias de los Reyes  
Antonio Elias Fusté  
Javier Benedicto

### RESUMEN

Se proporcionan los resultados preliminares de un estudio sobre mezcladores en  $\mu$ -strip a frecuencias de banda X utilizando sustratos plásticos de bajo coste.

Se estudia la configuración no balanceada, con un solo diodo Schottky como elemento no lineal, optimizando las pérdidas de conversión en función de la potencia de oscilador local. La extensión a mezcladores balanceados es inmediata a partir de la mencionada configuración simple.

También se trata la reducción de la influencia de una posible modulación del oscilador local variando la potencia inyectada por éste sobre el dispositivo no lineal.

### ABSTRACT

Preliminary results of the study of a microstrip mixer at X band frequencies, on an inexpensive plastic substrate realization are presented.

A balanced configuration with a single schottky diode as non-linear element was studied, with an optimization of the insertion loss as a function of the local oscillator power. The extension to balanced mixer can be realized from this simple configuration.

Varying the power injected on the no linear device, we have achieved a reduction of the influence of a possible modulation present on the local oscillator.

### INTRODUCCION

La importancia de la primera etapa de radiofrecuencia en los receptores de radiocomunicación es sobradamente conocida (fórmula de Friis), y tiene una incidencia fundamental en la determinación de la sensibilidad del receptor. El compromiso calidad-precio suele decidir el primer elemento de la cadena en un receptor de microondas (Fig.1).

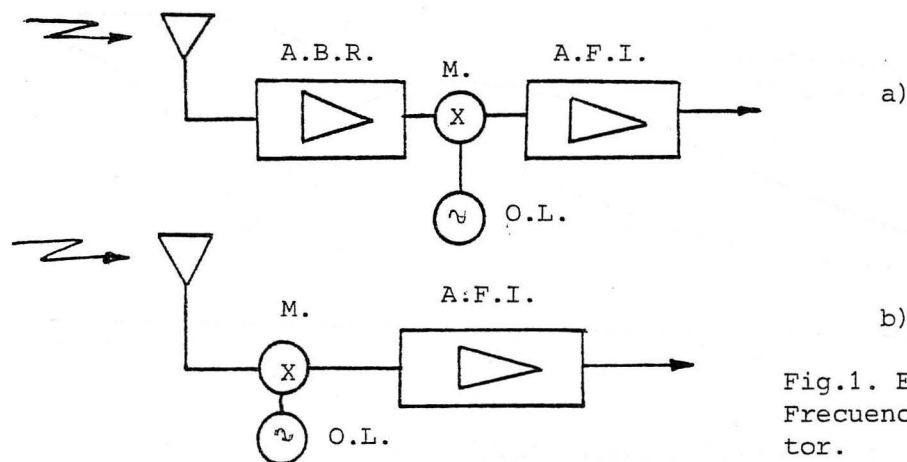


Fig.1. Etapas de alta Frecuencia de un receptor.

Los autores pertenecen al Departamento de Electrofísica de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Barcelona.

Durante los últimos años, prácticamente todos los laboratorios de alta frecuencia están trabajando en banda X sobre los componentes típicos de la cadena: Antena, Amplificador de Bajo Ruido, Mezclador y Oscilador Local. El objetivo de este artículo es la descripción y la realización de mezcladores de microondas en banda X en tecnología planar.

#### MEZCLADOR NO BALANCEADO

Su configuración corresponde básicamente a la de la Fig. 2.

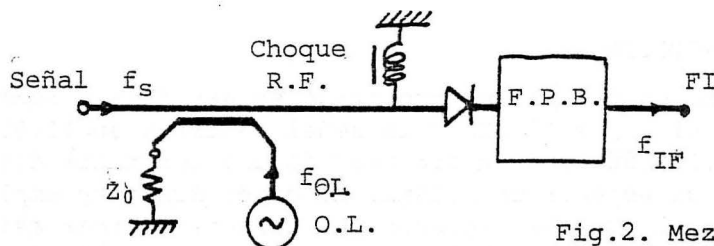


Fig.2. Mezclador no balanceado

Las frecuencias básicas que intervienen en el proceso de batido se esquematizan en la Fig. 3.

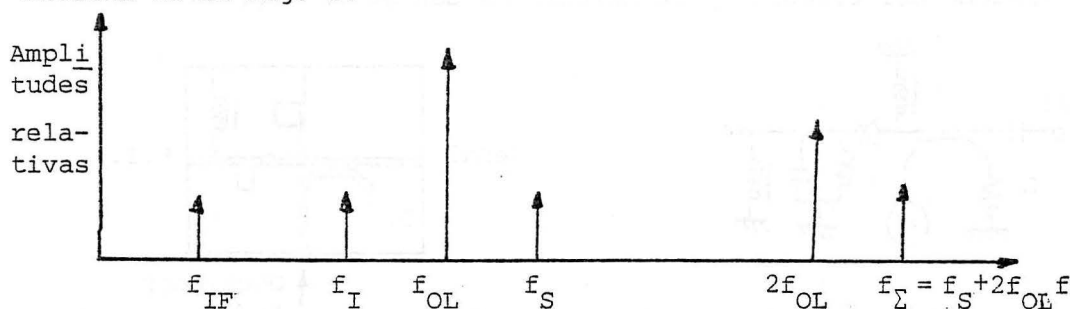


Fig.3. Frecuencias básicas en el proceso de batido

A la entrada del elemento no lineal (Diodo) están presentes la señal de oscilador local, de potencia suficiente para autopolarizar al diodo en el punto de trabajo, así como la señal útil de frecuencia  $f_s$ . La suma de las dos señales se aplica al elemento no lineal produciéndose el batido a la frecuencia intermedia  $f_{IF} = f_s - f_{OL}$ .

#### FIGURA DE RUIDO DE UN MEZCLADOR

La figura de ruido de un mezclador se define normalmente dentro de un sistema que incorpore un preamplificador de frecuencia intermedia. La figura de ruido vale:

$$F(\text{dB}) = L_C + 10 \log (F_{IF} + T - 1) \quad (1)$$

donde

$L_C$  son las pérdidas de conversión del mezclador

$F_{IF}$  es la temperatura de ruido de amplificador de frecuencia intermedia

$T$  es la relación del ruido del mezclador, que en buenos mezcladores es muy próxima a la unidad [1], si la frecuencia intermedia es suficientemente alta (Superior a 1 MHz) [2]. En primera aproximación, supuesto fijado el preamplificador de frecuencia intermedia, el mejor diseño del mezclador será aquel que proporcione menores pérdidas de conversión.

Para reducir las pérdidas de conversión, es decir para aumentar la eficiencia de conversión, se intenta reinyectar las energías asociadas a la frecuencia imagen  $f_I$  y a la frecuencia suma  $f_\Sigma$  mediante la incorporación de los filtros, a frecuencia señal y de rechazo de frecuencia suma tal como se describe en la referencia [1].

En principio, partiendo del prototipo no balanceado, es inmediata la obtención de un prototipo balanceado con las mismas prestaciones que el no balanceado en cuanto a pérdidas de conversión, pero mejorando la adaptación, el aislamiento y el cancelamiento del ruido de oscilador local [3].

#### DISEÑO DEL PRIMER PROTOTIPO

Para la realización del primer prototipo se han fijado como frecuencia de oscilador local  $f_{OL} = 11$  GHz y la señal centrada en 11,530 GHz. El sustrato plástico utilizado fue Duroid 5880 de una constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r = 2,2$  y un espesor de 0,25mm. El diodo Schottky empleado es un Thomson DH<sup>r</sup>314 sobre el cual se midieron sus características estáticas para la obtención del modelo equivalente. Los condensadores de desacoplo de 47 pF, las líneas de polarización de un cuarto de longitud de onda, y las cargas y conectores marca Shunner.

El esquema del circuito y la máscara se dan en la fig. 4.

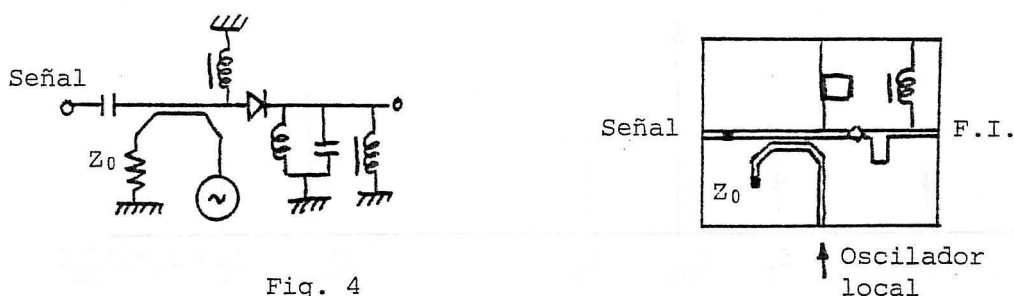


Fig. 4

El acoplador direccional con líneas acopladas, se midió separadamente, resultando un acoplamiento de 15dB con una directividad de 9dB, una pérdida de inserción de 1dB y unas pérdidas de retorno mayores de 20dB. Las líneas son todas de 50Ω a excepción de los filtros. El choque de FI permite el cierre de la continua pudiendo amplificarse la señal con un amplificador de FI desacoplado.

Previamente al diseño final del prototipo se realizaron los circuitos, el acoplador direccional y el resto del mezclador, es decir únicamente el diodo con las redes de desacoplo como se indica en la fig. 5.

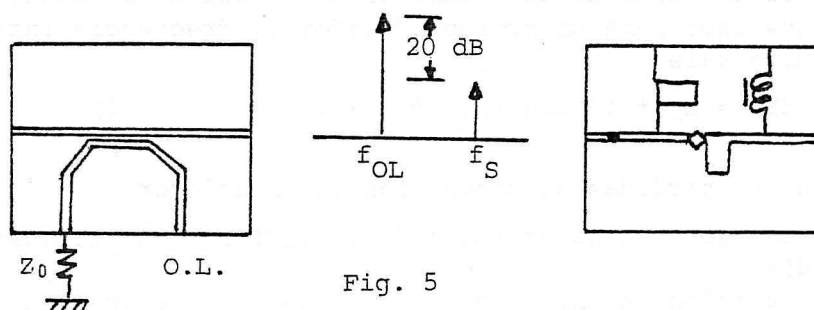


Fig. 5

Mediante el analizador de espectros se ajustaron las dos señales, oscilador local y señal de información, de forma que como mínimo hubiese una diferencia de 20dB entre ambas para asegurar que la autopolarización era debida únicamente a la potencia de oscilador local.

Se optimizaron las pérdidas de conversión en función de la potencia de oscilador local encontrado un óptimo en el entorno de 4dB inyectados al diodo y unas pérdidas de conversión asociadas de 7dB.

Para aplicación colateral a este diseño fue la optimización de la potencia de O.L., para reducir la influencia en FI de una modulación indeseada de oscilador local. En principio se sospechó que saturando el diodo esta modulación se cancelaría o, al menos, disminuiría en FI. Efectivamente se comprueba en las curvas de la figura 6 el optimo se encuentra alrededor de 5dBm.

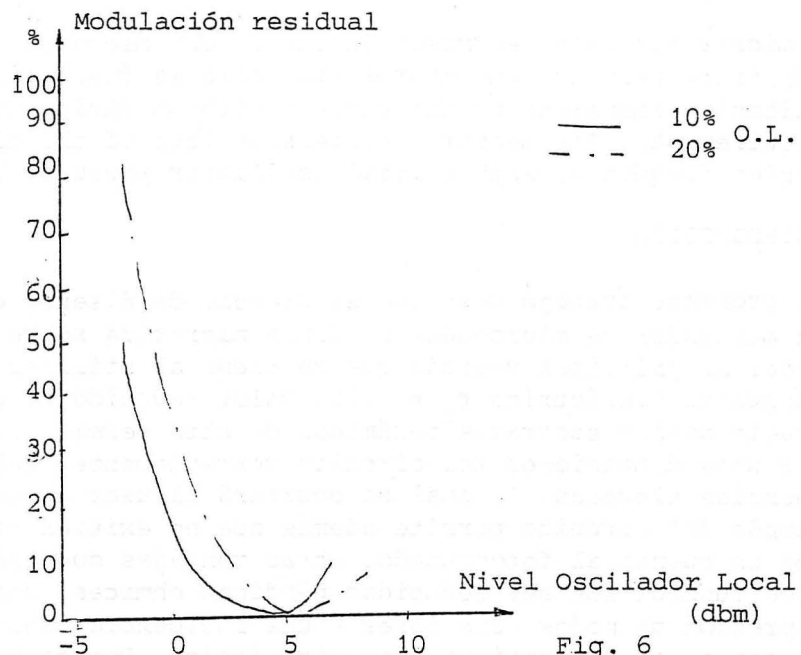


Fig. 6

#### PERSPECTIVAS FUTURAS

Desde el punto de vista de la señal útil y oscilador local, el elemento no lineal está puesto en paralelo con la línea ya que la línea en  $\lambda/4$  en circuito abierto pone un corto circuito en el extremo del diodo, por tanto se pueden diseñar redes adaptadoras a frecuencia señal de forma que la reflexión sea mínima. Análogamente a frecuencia intermedia la adaptación resulta independiente de la anterior puesto que el retorno de continua es prácticamente un cortocircuito a frecuencia intermedia por lo que resulta sencilla una adaptación a esa frecuencia.

El paso siguiente es la utilización de los procedimientos sugeridos por WATSON [1] para la recuperación de la energía a frecuencia imagen y al segundo armónico del oscilador local.

Por último se requiere la implementación de un mezclador balanceado utilizando los resultados obtenidos anteriormente.

#### CONCLUSIONES

Se ha diseñado un mezclador no balanceado de banda X con unas pérdidas de conversión de 7dB en tecnología  $\mu$ -strip de bajo costo, sentando las bases para el diseño de dispositivos de mejores prestaciones.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Watson. "Microwave Semiconductor Devices and their Circuit Applications" pp. 356, 389.
- [2] F. Reynolds and Mark R. Rosenzweig. "Learn the Language of Mixer Specification". Microwaves, May 1978.
- [3] J. Darricau. "Physique et Théorie de Radar", Tome 1, pp. 308-309.